

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Oskari Ohra-aho

ELEMENTTIEN TIETOMALLINTAMINEN JA TIETOMALLIN KÄYTTÖ-  
MAHDOLLISUUDET

Opinnäytetyö 2015

# TIIVISTELMÄ

## KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

### Rakennustekniikka

OHRA-AHO, OSKARI	Elementtien tietomallintaminen ja tietomallin käyttömahdollisuudet
Opinnäytetyö	30 sivua + 53 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Jani Pitkänen ja lehtori Sirpa Laakso
Toimeksiantaja	Optiplan Oy
Maaliskuu 2015	
Avainsanat	BIM, tietomallinnus, Tekla Structures, tyyppielementti

Tämä opinnäytetyö tehtiin Optiplan Oy:lle. Työ on tehty rakennesuunnittelijan näkökulmasta ja se käsittelee tyyppielementtien tietomallintamista dwg-muodosta BIM-muotoon, joka on perinteistä viivanpiirtoa huomattavasti informatiivisempi muoto esittää elementtien perustiedot.

Tietomallinnus prosessin tueksi tutustuttiin tietomallinnusta koskeviin kansallisiin ohjeistuksiin ja toimintamalliehdotuksiin. Tietomallinnettujen elementtien ohella luotiin kloonipohjat ja mallinnusohjeet yleisimmille elementeille. Kloonipohjia ja mallinnusohjeita voidaan jatkossa käyttää projektien elementtipiirustusten tuottamisen apuna. Viimeisessä osassa tietomallinnettujen tyyppielementtien ja tietomallintamisen vaikutuksia laskentaan ja hankintoihin tutkitaan haastattelupohjaisesti. Haastattelut suoritettiin yhteistyössä rakennusyhtiö NCC:n kanssa.

Opinnäytetyö koostuu kolmesta osasta: teoria-, tuotos- ja tutkimusosasta. Lähdemateriaalien tutkimisen jälkeen kirjoitettiin teoriaosa, joka tuki mallinnustyötä. Tuotososaan liittyy tyyppielementti-tietomalli, jonka tekemisestä tehtiin mallinnusohjeet ja kloonipohjat, mitkä toimivat tukena tulevien projektien elementtien detaljoinnissa ja piirustusten tuottamisessa. Viimeisessä osassa tietomallinnettujen tyyppielementtien ja tietomallien hyötyjä tutkittiin laskennassa ja hankinnoissa tehtyjen haastattelujen perusteella.

Tietomallinnusohjelma Tekla Structures yllätti laajuudellaan ja kattavuudellaan. Se on todettu toimivaksi elementtien detaljointivälineeksi. Kloonipohjat on myös todettu yrityksen sisällä toimiviksi ja piirustusten tuottamista nopeuttavaksi. Mallinnusohjeet odottavat vielä julkaisuaan. Tietomallien käytön avulla voidaan tukea hankintaa laskentaprosesseja. Erityisesti määrien tarkastelu tietomallin avulla on hyödyllistä. NCC:n kanssa yhteistyössä suoritettujen haastattelujen perusteella yhteistyötä yritysten välillä on tiivistettävä, jotta säästytään turhalta työltä tulevaisuudessa.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

OHRA-AHO, OSKARI

Detailing of Precast Elements with Tekla Structures and  
the Possibilities of BIM

Bachelor's Thesis

30 pages + 53 pages of appendices

Supervisor

Jani Pitkänen, Lecturer and Sirpa Laakso, Senior Lecturer

Commissioned by

Optiplan Oy

March 2015

Keywords

BIM, Tekla Structures, Precast

The present thesis aims to answer to the commissioner company's demand to develop their skills in the field of building information modeling. It also contains a minor research on the benefits of building information modeling, where it is compared with the conventional computer-aided design.

The main goal for this thesis was to introduce the tools that Tekla Structures has for detailing, and to make clone sheets for the most common elements used in the company. With the help of the clone sheets, production of precast element drawings is faster and more constant. Also, with the help of a detailing guide made during the modeling process, the detailing of the elements will be easier to approach in the future. The thesis also explored the future of building information modeling inside the company and among the interest groups involved.

The thesis study began with a literary research, mostly on national websites focused on developing building information modeling. With the help of literary study and mentor Teemu Ahonen, the modeling process was executed. Representatives of the interest groups involved in the construction process were interviewed and the results were analysed.

As a conclusion to the thesis it was found that Tekla Structures is a wide entity which needs constant care and development. The detailing guide and the clone sheets were considered useful for the production of precast element drawings from the BIM –model. It was also found that BIM –models are a good way to support the construction process.

## Termit ja lyhenteet

Autocad	Autodesk Incorporated:in kehittämä yleisin tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto
BEC-kehityshanke	Kansallinen yhteiskehityshanke, jossa on mukana useiden yritysten tietomallinnuksesta vastaavia. Hankkeessa on tuotettu muun muassa mallinnusohje ja määrälaskenta
BIM	Building Information Model, tietomalli tai tietomallinnus
CAD	Computer-aided design eli tietokoneavusteinen suunnittelu
DWG	AutoCAD -ohjelman käyttämä tallennusmuoto piirustuksille
IFC	(Industry Foundation Classes) Kansainvälinen tiedonsiirtostandardi tai tallennusmuoto, eli eri tietomallinnusohjelmien yhteensovittamismuoto.
Kloonipohja	Elementtien piirustusasetukset ja mitoitettavat asiat sisältävä automaatio, joiden avulla saadaan mallinnettujen elementtien ulkoasu yhteneväiseksi.
Natiivimuoto	Jokaisella tietomallinnusohjelmalla on oma natiivi tallennusmuoto, tällöin mallin avaaminen onnistuu vain kyseisellä ohjelmalla.
Tekla Structures	Tekla Oy:n suomalainen tietomallinnusohjelma, joka on Suomessa yleisimmin käytetty rakennesuunnittelijoiden tietomallinnusohjelma.
Tyyppielementti	Elementtikohtaisesti rakennuskohteessa yleisimmin esiintyvä elementti, josta tehdään hankintoja ja urakkalaskentaa varten esimerkki eli tyyppielementti, jonka avulla pystytään arvioimaan kustannuksia.
Tönäri	Elementtien väliaikainen tuentaesine
Vemo	Elementeissä oleva kiinnityspaikka, joka on yleensä tarkoitettu tönäreille
YTV	Suomalaisten yritysten yhteistyössä tehdyt yleiset tietomallivaatimukset, jotka koostuvat 14:stä osasta.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO	7
1.1 Työn taustaa	7
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset sekä tutkimuskysymykset	8
1.3 Tutkimuksessa käytettävät menetelmät	9
1.4 Tutkimuksen tuotokset	10
2 TIETOMALLINNUS	10
2.1 Yleistä	10
2.2 Mallinnuksen hyvät ja huonot puolet	11
2.3 Rakennuksen mallintaminen	14
2.4 Tietomallinnus Suomessa	15
2.4.1 Yleiset tietomallivaatimukset	15
2.4.2 BEC-hanke	16
2.5 Tekla Structures	17
2.5.1 Elementtien mallintaminen Tekla Structuresilla	17
2.5.2 Objektihierarkia	18
2.5.3 Kloonipohjat	20
2.6 Elementtien mallintamisprosessi	21
2.7 Yhteenveto mallintamisesta	24
3 MALLINTAMISEN VAIKUTUS LASKENTAAN JA HANKINTOIHIN	25
3.1 Tietomallinnetun kohteen edut	25
3.2 Mallin lukuvalmiudet ja aiemmat kokemukset tietomalleista laskenta- ja hankintapalveluissa	26
3.3 Mallinnettujen elementtien hyödyt tarjousvaiheessa ja oleellinen tieto?	26
3.4 Tämän hetkinen mallin käyttö tarjouspyyntöjä lähetettäessä ja tulevaisuus	26
3.5 Johtopäätökset haastatteluista hankinnoissa ja laskennassa	27
4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET OPINNÄYTETYÖSTÄ	27
VIITELUETTELO	29

# Liiteluettelo

Liite 1. Elementtien mallinnusohje

Liite 2 Tyyppelementti malli (snapshot)

Liite 3. Nimeämiskäytäntö Optiplan

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn taustaa

Opinnäytetyö tehdään Optiplan Oy:lle. Optiplan on kokonaissuunnittelukonseptin mukaisia suunnittelupalveluita tarjoava suunnitteluyhtiö. Kokonaissuunnitteluun sisältyy arkkitehti-, rakenne-, lämpö-, vesi-, ilma-, automatiikka- ja sähkösuunnittelua; lisäksi Optiplanilla on energia- ja ympäristöpalveluja. Optiplan tarjoaa palveluitaan niin asunto-, toimitila- ja korjausrakentamiseenkin. Optiplan on osa NCC-konsernia, joka on yksi Pohjoismaiden suurimmista rakennus- ja kiinteistökehitysyhtiöistä. (1.)

Viime vuosina rakennuslalla tietomallien käyttö rakennusprojekteissa on yleistynyt. Mallintamisen yleistyessä myös suunnittelumenetelmät, toimintatavat ja käytännöt tulevat muuttumaan. Tietomallinnuksen tuomat hyödyt rakennusprosessiin ovat valtavat. Täysin tietomalliin perustuvassa suunnittelussa, suunnittelu on kuitenkin aloitettava aikaisemmin kuin tavanomaisessa hankkeessa. (2.)

Tällä hetkellä Optiplanilla osa suunnittelusta tapahtuu mallintamalla ja osa perinteisellä CAD –suunnittelulla. Mallintamalla on yleensä tehty runko ja rakennuksen päädimensiot, ja leikkauksia ja detaljeja on tehty CAD–suunnittelulla. Detaljien ja leikkausten viimeistely tulee luultavasti jatkumaan tulevaisuudessakin osin CAD-pohjaisena suunnitteluna, kunnes mallinnusohjelmien käyttö detaljoivassa suunnittelussa yleistyy.

Aikainen aloitus ja kireä aikataulu tuottavat ajoittain yrityksen tietomallintamisyri-tyksille tuskaa; tästä syystä osa alan toimijoista ei ole vielä siirtynyt tietomallintami-seen. Myös vanhentuneet aikalaskurit projektiin menevistä tunneista pohjautuvat vie-lä CAD–pohjaiseen suunnitteluun, jolloin arvioitu työmäärä usein ylittyy ja yhtiön tulos kärsii. Useissa projekteissa tietomallia ei myöskään saada tarpeeksi tarkaksi tarjousvaiheeseen, jolloin kustannusten arviointi mallinperusteella on vaikeaa. Tieto-technisten haasteiden vuoksi useissa tietomallinnusta tekevissä yrityksissä on tällä hetkellä tietomallikoordinaattori, joka vastaa itse mallin tietosisällöstä ja mallien yh-teensovittamisesta. Tämän lisäksi suunnittelijat vastaavat oman mallin rakenteelli-sesta ja teknisestä toimivuudesta. (2. 3.)

Muutaman mallinnetun hankkeen määrälaskennan epäonnistumisen jälkeen, rakennushankkeen osapuolten tietomallien lukuvalmius ja luotto tietomallista tuotettuihin määräluetteloihin on myös tällä hetkellä heikko. Minkä vuoksi varsinkin asuntopuolella tarjousvaiheessa turvaudutaan perinteisiin dwg –plaaneihin, paperikuviin, ja käsin laskettaviin määrälaskentaluetteloihin. Onnistuessaan mallinnuksen tuomat hyödyt ovat kuitenkin mittavat, koska suunniteltavien asioiden tarkkuus ja yksiselitteisyys on eri luokkaa kuin tavanomaisissa dwg –kuvilla. Mallista saatavat määräluettelot päivittyvät mallinnuksen edetessä automaattisesti, ja tietomallista saadaan elementtiluettelot ulos Excel -muodossa. Elementtiluetteloista selviää hintaan vaikuttavia asioita, kuten dimensiot, paino ja aukkojen lukumäärä. (3. 4. 5.)

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset sekä tutkimuskysymykset

Suunnittelun siirtyessä yhä enemmän tietomallintamiseen myös elementtien detailjointia ja detailjointitaitoja mallinnuspuolella on kehitettävä, ja piirustusten tuottamista tietomallista on tehostettava.

Tämän vuoksi opinnäytetyötä ja jatkossa muita suunnittelijoita varten tehdään Tekla Structuresilla tyyppielementtitietomalli, jossa on tavallisimmat elementit detailjointina. Tavallisimpien elementtien mallintamisesta tehdään mallinnusohje, jossa kerrotaan sopivista työkaluista, joilla detailjointia voi suorittaa. Samalla tehdään myös kloonipohjat, joiden avulla tulostettavien elementtipiirustusten ulkoasu on yhteneväinen. Näitä kloonipohjia voi käyttää tulevilla projekteilla piirustusten ulkoasuna. Samalla pohditaan mallinnettujen elementtien vaikutuksia tarjousvaiheen laskentaan ja hankintoihin haastattelujen pohjalta. Suurin osa tutkimuskysymyksistä liittyy hankintojen ja laskennan tarpeisiin ja mallien käyttöön.

### **Tavoitteet**

Tavoitteena on luoda tyyppielementtitietomalli Tekla Structures –ohjelmalla käyttäen pohjana NCC tavallisimpia tyyppielementtejä. Tyyppielementtitietomallia voidaan myöhemmin käyttää tietomallinnuksen aputyökaluna, kun suoritetaan elementtien mallintamista projektille.



Tavoitteena on myös luoda prosessista elementtien mallinnusohjeet, jossa kerrotaan oikeista työkaluista, joita eri liitosten ja osien mallintamiseen tulisi käyttää. Ja luoda kloonimallit erityyppisille elementeille, jolloin pystytään jatkossa tuottamaan elementtipiirustuksia eri kohteille kloonaamalla. Tällöin mitoitus ja piirustus näkymät ovat automatisoituja tai puoliautomatisoituja. Tavoitteena on myös pohtia mallinnettujen tyyppielementtien vaikutuksia tarjousvaiheen laskentaan ja hankintoihin.

1. Onko mahdollista toimittaa IFC -malli tarjousvaiheessa laskentaan / hankintaan?
2. Löytyykö laskennasta / hankinnoista henkilöitä, jotka osaavat käyttää IFC – mallia?
3. Luotetaanko tietomallista saataviin määriin?
4. Tyyppielementtipiirustusten käyttö tällä hetkellä?
5. Käytetäänkö tietoja elementtitarjouskyselyssä?
6. Mallin tämänhetkinen käyttö, esimerkiksi tarjouspyyntöjä lähetettäessä?
7. Onko malli sitova dokumentti, vai menevätkö paperikuvat sen edelle esim. riitatapauksissa?

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan elementtien mallintamista ja mallinnettujen elementtien käyttöä tarjousvaiheessa laskennassa ja hankinnoissa. Opinnäytetyö on tehty rakennesuunnittelijan näkökulmasta.

### 1.3 Tutkimuksessa käytettävät menetelmät

Tietoa kerättiin tutkimusta varten verkkolähteistä, jotka olivat mallintamisen kehittämiseen keskittyneitä kansallisia sivustoja. Itse mallintamisprosessia varten osallistuin yrityksen sisäisiin mallinnuskoulutuksiin, sain mallinnukseen liittyviä uutiskirjeitä ja lähes päivittäistä henkilökohtaista ohjausta tietomallikoordinaattori Teemu Ahoselta.

Tutkimusosassa haastateltiin laskentapäällikkö Tuomo Kilpeläistä ja hankintainsinööri Heikki Saarista. Haastattelujen pohjalta pohdittiin tietomallien käytön tulevaisuutta ja mallinnettujen tyyppielementtien hyötyjä.

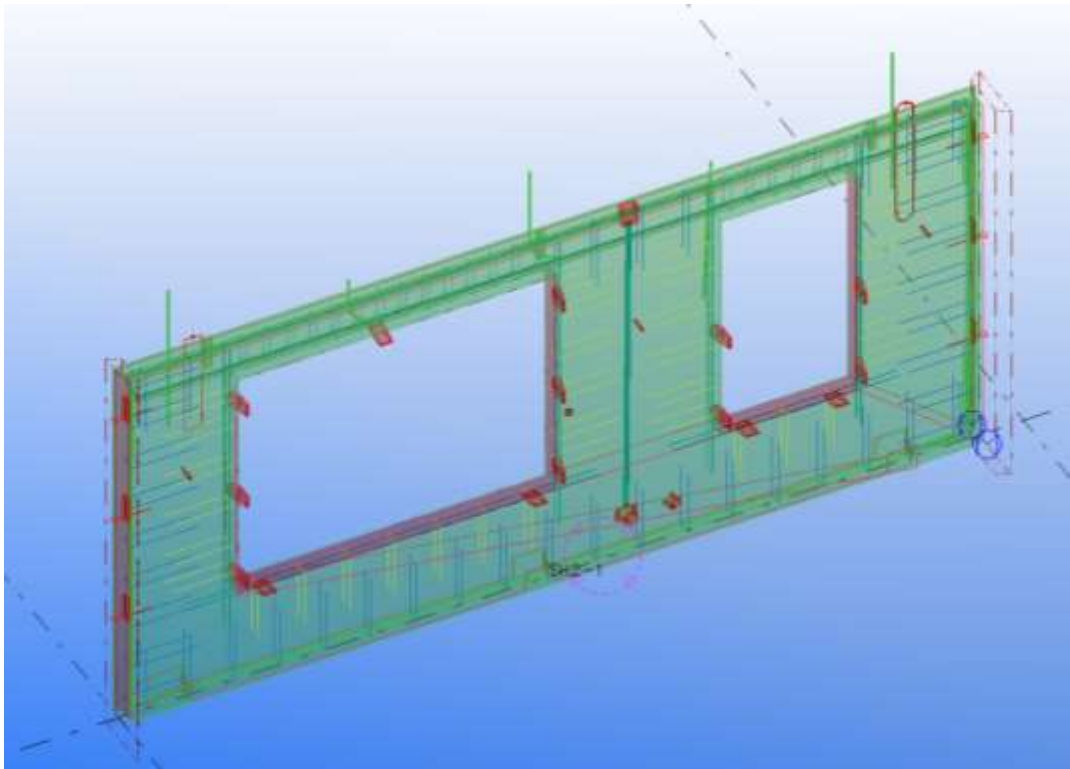
#### 1.4 Tutkimuksen tuotokset

Tuotososassa mallinnetaan dwg-muodossa olevat tyyppielementit Tekla Structuresin natiivimuotoon. Luodun tyyppielementtietomallin pohjalta luodaan elementeille BEC-ohjeistuksen mukaiset piirustus pohjat eli layoutit, jotka toimivat jatkossa yrityksen sisällä kloonipohjina suunnittelijoille. Kloonipohjia tullaan käyttämään tyyppielementti- ja elementtipiirustusten ulkoasuna. Mallintamisprosessista luodaan yritykselle elementtien mallinnusohje, joka lisätään liitteeksi opinnäytetyöhön.

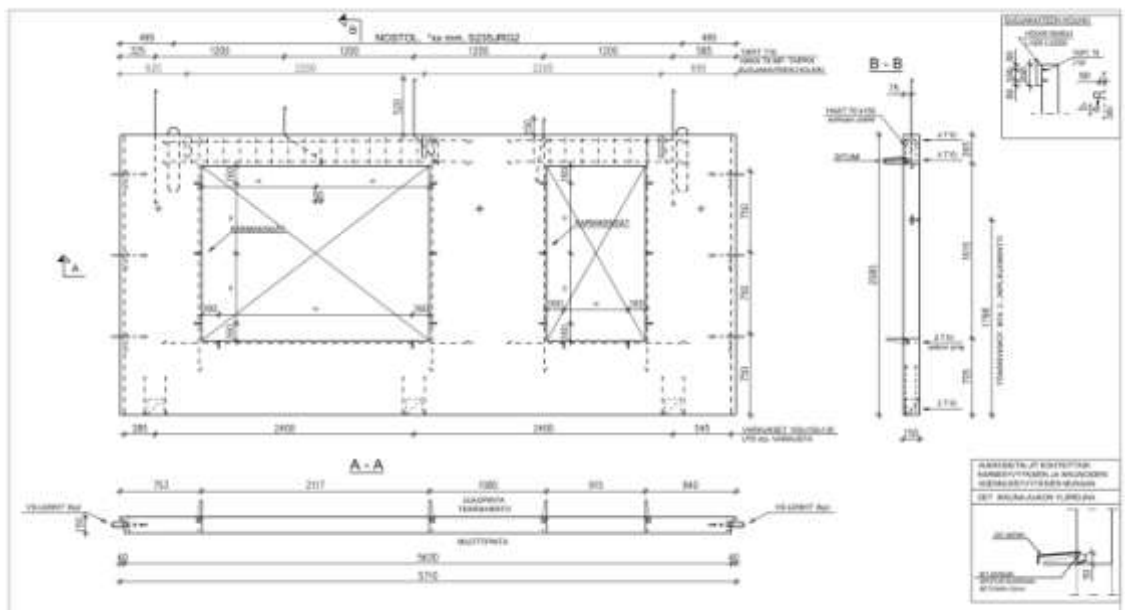
## 2 TIETOMALLINNUS

### 2.1 Yleistä

Rakennuksien tietomalleista käytetään yleisesti lyhennettä BIM (Building Information Model). Tietomallinnus on tietokoneavusteista suunnittelua, joka eroaa havainnollisuudellaan (kuvat 1a ja 1b) ja kolmiulotteisuudellaan perinteisestä CAD-suunnittelusta. Jossa piirustukset koostuvat viivoista, joilla kuvataan haluttua rakennuksen osaa. Tietomallinnuksessa geometria ja sijaintitiedot ovat kolmiulotteisina ja rakennusosat olio-pohjaisia kolmiulotteisia graafisia elementtejä eli objekteja. Objektit pitävät itsessään sisällään paljon informaatiota ja tietoja voi lisätä vielä käsin. Tietomalliin voidaan kerätä tietoja koko rakennuksen elinkaaren ajan. Tietomallien avulla pystytään hallitsemaan suunnittelu, rakentaminen ja seuraamaan käytön aikaista rakennuksen tilaa. Eri toimialojen mallien yhteensovittamisella, simulaatioilla, määrä-, kustannuslaskelmilla ja olosuhdetarkasteluilla pystytään varmistumaan laadukkaammasta ja virheettömämmästä lopputuloksesta, joka on kustannuksiltaan tarkemmin arvioitu. Aiemmin simulaatioiden ja määrälaskennan suorittaminen oli kovan työn takana. Tietomalleihin pystytään myös sitomaan aikatauluja eri rakennusvaiheille. (6. 7. 8. 9.)



Kuva 1a Sisäkuorielementin havainnollisuus ero (Tekla Structures)

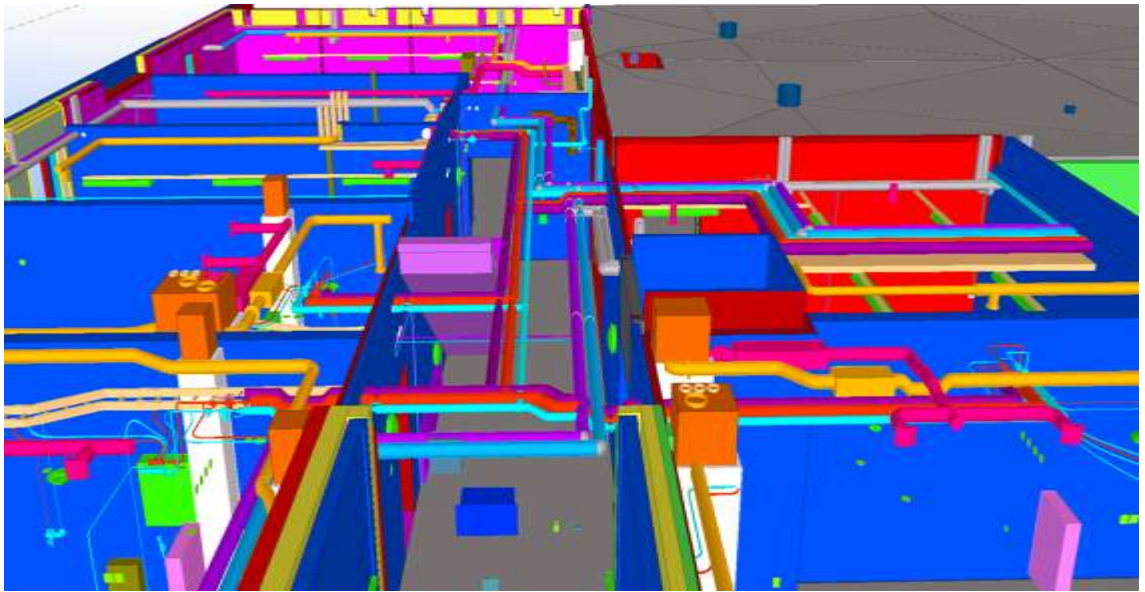


Kuva 1b Sisäkuorielementin havainnollisuus ero (CAD)

## 2.2 Mallinnuksen hyvät ja huonot puolet

Mallinnettu kohde on paljon totuttua kaksiulotteista kuvaa informatiivisempi ja havainnollisempi. Rakenne-, arkkitehti-, LVIA- ja sähkömallin sisältävän IFC -mallin

(kuva 2a) avulla pystytään suorittamaan törmäystarkastelu ja mahdolliset epäkohdat pystytään havaitsemaan ennen työmaavaihetta, jolloin virheiden korjaaminen on kustannuksiltaan kallista. Havainnollisuuden (kuva 2a ja 2b) vuoksi kommunikointi ja itse rakennuksen myyminen on rakennusalaan tietämättömälle asiakkaalle helpompaa. Varsinkin jos tilaajalla ei ole piirustusten lukutaitoa, on mallista paljon havainnollisempaa näyttää suunniteltuja ratkaisuja. Tällöin myös asiakas pääsee vähemmällä asiantuntemuksella vaikuttamaan rakennuksen sisältöön ja näkemään tulevan lopputuloksen.(2. 6. 9.)



Kuva 2a. Mallin havainnollisuus (Tekla Structures 2015)



Kuva 2b. Optiplan Oy:n dwg Salome

Tiedon tarkkuus, tietomallin yksiselitteisyys ja yksi ainut tiedostojajointi on yksi tietomallinnuksen hyödyistä. Esimerkiksi jos elementin koko ja raudoitusmäärä muuttuu, päivittyvät uudet tiedot automaattisesti elementti-, määrä- ja raudoiteluetteloihin. Toisin kuin perinteisessä CAD-suunnittelussa, jossa tieto on pirstaleina monessa kuvassa ja tiedostossa, tietomallin tieto on yhdessä ainoassa tietokannassa. Tällöin myös muutosten hallinta on helpompaa.

Useiden suunnittelualojen GEO-, ARK-, RAK-, LVIA- ja S-mallien rinnakkainen vertailu IFC –muodossa on ikäviä yllätyksiä ennalta ehkäisevää ja auttaa hahmottamaan rakennusta kokonaisuutena. Esimerkiksi putkien ja laitteiden sijoittelu rakennuksen sisällä on havainnollisempaa, kun on yksi lisäulottuvuus, joka kertoo todellisen tilanteen putkien koosta, kaadoista ja mahdollisista kantavista rakenteista, jotka estävät putkien läpiviennin halutusta kohdasta. (2. 9. 10.)

Yksi tietomallintamisen yleistymistä hidastava tekijä on piirustusten tuottaminen. Siirtymistä täysin tietomallipohjaiseen informaatioon hidastavat tällä hetkellä osapuolten uskallus ja vanhat toimintamallit, joita on vaikea muuttaa. Mutta tietomallinnuksen yleistymistä varten kaikilla osapuolilla rakennusvalvonnasta betoniasemalle asti tulisi olla valmiudet tulkita tietomalleja ja kaivaa niistä haluttu tieto. Ja, koska tietomallipohjaisesti suunniteltu kohde pitää itsessään kaiken tarvitun tiedon sisällään, ei piirustusten tuottaminen olisi jatkossa tarkoituksenmukaista kuin ainoastaan elementtien ja erikoistapausten kohdalla.

Yksi suunnittelutoimistojen päävaiva on vielä tällä hetkellä tietomallinnukseen kuluva aika, aloitusajankohta ja mallintamisen osaava työntekijä. Mallin työstäminen tulee aloittaa perinteistä hanketta aikaisemmin ja mallin työstämiseen kuluu mallintajasta riippuen enemmän aikaa kuin perinteisten autocad-kuvien työstöön. Tämän vuoksi mallintamisella on vastustajia. Myöskään mallintamisen osaavaa työvoimaa ei ole tällä hetkellä markkinoilla, joten yritykset yrittävät itse kouluttaa työntekijöitään.

Vaikka mallinnettavan kohteen suunnittelu on aloitettava totuttua aikaisemmin, mallintamisen osaavilla osapuolilla hanke pystytään toteuttamaan hallitummin, havainnollisemmin ja ikäviä rakenteellisia tai tekniikkaan liittyviä epäjohtamukaisuuksia pystytään välttämään. Tämä ikävien yllätysten välttäminen on myös rahallisesti iso säästö.

## 2.3 Rakennuksen mallintaminen

Tietomallinnettavan kohteen suunnitteluprosessi on aloitettava totuttua aikaisemmin, koska mallin tekeminen on enemmän aikaa vievää kuin piirtää arkkitehtipohjien päälle rakennepiirustukset. Piirustusten tuottaminen mallista on kuitenkin nopeaa. Perinteisessä suunnitteluprosessissa projektiin käytetty aika on päinvastoin. Aikaisin aloitettu suunnitteluprosessi pienentää virheiden, muutosten ja muiden kustannuksiin vaikuttavien tekijöiden mahdollisuutta. (2.)

Arkkitehdin piirustusten, tietomallin tai molempien päälle tehtävän mallin saavutettua sopimuksen tai YTV:n mukainen vaatimustaso, jaetaan malli muille suunnittelualoille (esimerkiksi LVI ja sähkö), jotka palauttavat sen rakennesuunnittelijalle. Joka tekee malleista yhdistelmämallin, jolla suoritetaan törmäystarkastelut ja havaitaan mahdolliset epäkohdat.

Senaattikiinteistöjen tekemän Yleiset tietomallivaatimukset 2012 –ohjeistus antaa osviittaa sopivasta mallinnustasosta hankkeen jokaiseen eri vaiheeseen, mutta linjaa viimekädessä osapuolten välisen sopimuksen olevan määräävin vaatimustaso.

Onnistuessaan tietomallinnetut kohteet ovat havainnollisempia ja hallitumpia kokonaisuuksia, joilla pyritään helpottamaan päätöksentekoa ja tiedonkulkua suunnittelijoiden, tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tiedonkulku on ollut vielä heikompaa, koska IFC-yhdistelmämallia ei useissakaan projekteissa ajeta yhteiseen tiedonjako paikkaan viikoittain, vaan jokainen suunnitteluala työstää omaa malliaan lähes valmiiksi asti ennen kuin niistä tehdään IFC-malli ja vasta sitten tarkastetaan mahdolliset epäkohdat. Jos tietomallit tallennettaisiin yhteiseen projektipankkiin useammin, olisi niistä tukea myös investointipäätösten tekemisessä ja ratkaisujen toimivuuden analysoinnissa. (11.)

## 2.4 Tietomallinnus Suomessa

### 2.4.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Vuonna 2012 Senaatti-kiinteistöjen ja useiden rakennuttajien, rakennusliikkeiden, ohjelmistotalojen ja kiinteistöomistajien rahoittamana valmistui Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Hanke oli nimeltään COBIM ja sillä päivitettiin 2007 julkaistun tietomallivaatimukset. Tarve vaatimuksille tuli rakennushankkeiden tietomallinnuksen yleistymisen myötä. YTV koostuu tällä hetkellä 14.stä osasta, joissa ohjeistetaan kaikkia rakennushankkeen osapuolia ja tuodaan selkeyttä tulevaisuudessa muuttuvaan rakennusprojektien toteutukseen. YTV:ssä esitetään myös vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. YTV tarjoaa mahdollisia tapoja tietomalliyhteistyöhön, niin tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden välillä.

YTV:ssä esitetään vaatimuksia mallinnustarkkuuteen eri suunnittelun vaiheissa.

Yleissuunnitteluvaiheessa rakenneosat mallinnetaan pitkälti vain perusgeometrian ja sijainnin osalta. Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa tyyppielementit mallinnetaan liittymineen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Toteutussuunnitteluvaiheessa kaikki elementit mallinnetaan liittymineen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen, jos suunnittelusopimuksessa ei ole muuta mainittu. Alla olevassa kuvassa numero 3 on havainnollistettu hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen vaatimukset. (7. 9. 10. 11.)

Vaatus	
Seuraavassa on esitetty hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen yleisiä vaatimuksia.	
Hankintoja palveleva suunnittelu	
Lähtötiedot rakennesuunnitteluun:	
ARK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFC -malli osan 3 "Arkkitehtisuunnittelu" mukaisesti</li> <li>• Mallista tulostetut 2D-piirustukset sovittuna formaatissa</li> </ul>
TATE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFC -malli osan 4 "Talotekninen suunnittelu" mukaisesti</li> <li>• IFC -varausmalli sovittuna laajuudessa, katso kohta 5.4.2</li> </ul>
Rakennesuunnittelijan tietomallivaatimukset	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mallinnus liitteen 1 "Rakennemallin tietosisältö" mukaisesti tai hankkeessa muuten päätetyn määritellyn mukaisesti</li> <li>• Laadunvarmistus kohdan 3 ja osan 6 "Laadunvarmistus" mukaisesti</li> <li>• IFC -mallin julkaisu kohdan 3 ja osan 6 "Laadunvarmistus" mukaisesti</li> <li>• Mallin julkaisu TATE suunnittelijalle varausmallinnusta varten kohdan 5.4.2 mukaisesti</li> <li>• Tietomalliselostuksen täyttö</li> <li>• Mallista tulostettavien piirustosten laadinta, tilaajan tai yleisten ohjeiden mukaisesti</li> </ul>	
Mallista saatavat hyödyt:	Tulosteet:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnitelmien havainnollistaminen</li> <li>• Määräskonta</li> <li>• Suunnitelmien yhteensovittaminen</li> <li>• Työturvallisuuden ja rakennusalueen käytön suunnittelu</li> <li>• Rakentamiskäytännön suunnittelu ja havainnollistaminen</li> <li>• Asemus- ja työjärjestyksen suunnittelu</li> <li>• Lähtötieto toteutus suunnittelulle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääluettelo</li> <li>• Pääpiirustus</li> <li>• Perustuksen mittapiirustus</li> <li>• Anturien ja muiden perustuksen tyyppipiirustukset</li> <li>• Alapohjan mittapiirustus</li> <li>• Tasojen mittapiirustukset</li> <li>• Yleisleikkaus piirustukset</li> <li>• Elementtikarvat</li> <li>• VSS -mittapiirustus</li> <li>• Mallielementtipiirustukset</li> <li>• Mallikokoonpanopiirustukset</li> <li>• Teräsrakenteiden määrä- ja massaluettelo</li> </ul>

Kuva 3. Hankintoja palvelevan suunnittelun yleiset vaatimukset

#### 2.4.2 BEC-hanke

BEC-hanke on kansallinen kahdeksan suunnittelutoimiston edustajan ja elementtiteollisuuden vetämä suunnannäyttäjärhythmi betonielementtien tietomallinnuksen saralla. BEC-hankkeen tavoitteena on elementtien mallinnustavan yhdenmukaistaminen, jolloin riippumatta suunnittelutoimistosta elementtikuvilla tulisi olla samankaltainen ulkoasu. BEC-ohjausryhmä on tuottanut mm. elementtisuunnittelun mallinnusohjeen, mallipiirustukset ja useita mallinnustyökaluja Tekla Structuresiin. [9,10]

Mallinnusohje määrittelee miten elementit tulee mallintaa ja mitä mistäkin elementistä tulisi esittää. Tällöin suunnittelutoimistosta tai mallintajasta riippumatta tuotettavien kuvien tulisi olla samankaltaisia. Mallinnusohjeessa on määritelty betonielementtiteollisuudelle välttämättömät elementtien perustiedot. Ote näistä BEC –



mallinnusohjeen mukaiset elementtien perustiedoista on esitetty alla olevassa taulukossa numero 1. (14.)

ELEMENTTITUNNUS/PIIRUSTUS
ELEMENTIN TYYPPITUNNUS
ELEMENTTISARJANUMERO
TUOTANTOSARJANUMERO
ELEMENTTIEN KPL
ID (GUID)
JUOKSEVA NUMERO (ACN)
ASENNUSLOHKO
KERROS
TUOTETYYPPI
RASITUSLUOKKA (SISÄKUORI)
RASITUSLUOKKA ULKOKUORI
SUUNNITeltu KÄYTTÖIKÄ
PALOLUOKKA

Taulukko 1. Tietomallinnettujen elementtien pakolliset perustiedot  
(<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>)

## 2.5 Tekla Structures

Tekla Structures on suomalaisen Tekla Oy:n tuottama mallinnusohjelma, joka on suunnattu rakennusten, elementtien ja konepaja osien suunnitteluun. Tekla Oy:llä on asiakkaita yli 100 maassa, toimipisteitä yli 20 maassa ja lisenssejä myyty tähän mennessä yli 18 000 kappaletta. Se työllistää yli 600 ihmistä. Tekla Oy on osa Trimble-konsernia. Tekla Structures on tällä hetkellä Suomessa yleisimmin käytetty tietomallinnus ja suunnitteluohjelma. (15.)

Tekla Structures –ohjelma on rakennesuunnittelijalle suunnattu ympäristö, jossa on kattavat detaji- ja liitosvalikoimat. Lisäksi liitoskomponentteja ja valmiita asetuksia jo olemassa oleviin komponentteihin voi tehdä itse lisää. Tekla Structuresilla voidaan mallintaa elementtejä, paikallavalua, terästä, betonia, puuta ja paljon muuta.

Teklalla pystytään muuntamaan arkkitehdin malli Teklan natiivimuotoon ja täten tuomaan arkkitehdin mallintama rakennus Teklaan. Mutta yhtä tavallista on tuoda referenssiksi arkkitehdin kerroksien plaanit kaksikulotteisena.

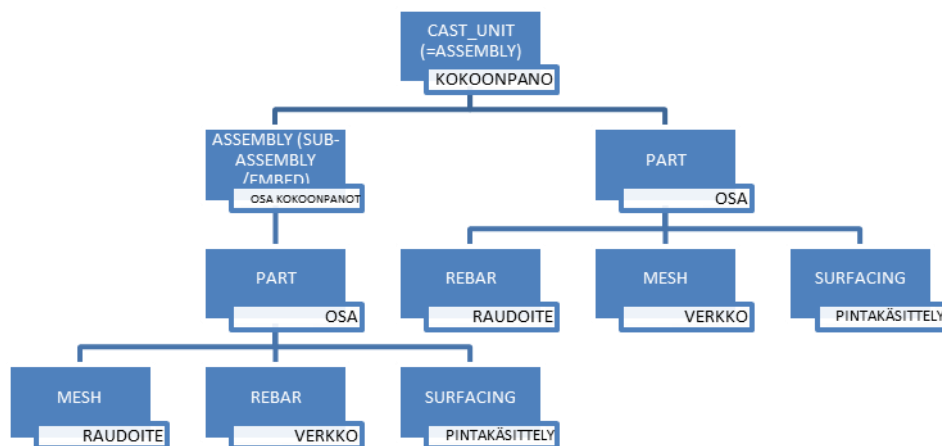
### 2.5.1 Elementtien mallintaminen Tekla Structuresilla

Elementtien tietomallintaminen on viime vuosina yleistynyt ja se on yleisesti todettu hyväksi elementtisuunnittelutavaksi. Elementtejä mallinnetaan Teklan omilla perus-

mallinnustyökaluilla, joihin lisätään usein custom component -työkaluilla haluttuja valutarvikkeita ja rautoja.

Elementtiä mallintaessa mallintamissuunta vaikuttaa tunnuksen esityssuuntaan. Esimerkiksi väärästä suunnasta aloitettu seinän mallinnus aiheuttaa tunnuksen eli yleensä tönäreiden puolen vääräksi. Mallintamissuunta vaikuttaa myös esityssuuntaan piirustuspuolella. Tällöin sisältäpäin kuvattu elementti näyttääkin kuorien ja vaarnauriusten paikat väärin päin, jolloin elementtitehtaalla saatetaan valaa elementti peilikuvana ja virhe huomataan vasta työmaalla. Mallinnussuunta on lähes poikkeuksetta vasemmalta oikealle. Tällöin elementtitunnus tulee oikeaan kohtaan pohjakuviin. Esityssuuntaa voidaan myös vaihtaa set top in form face –työkalulla.

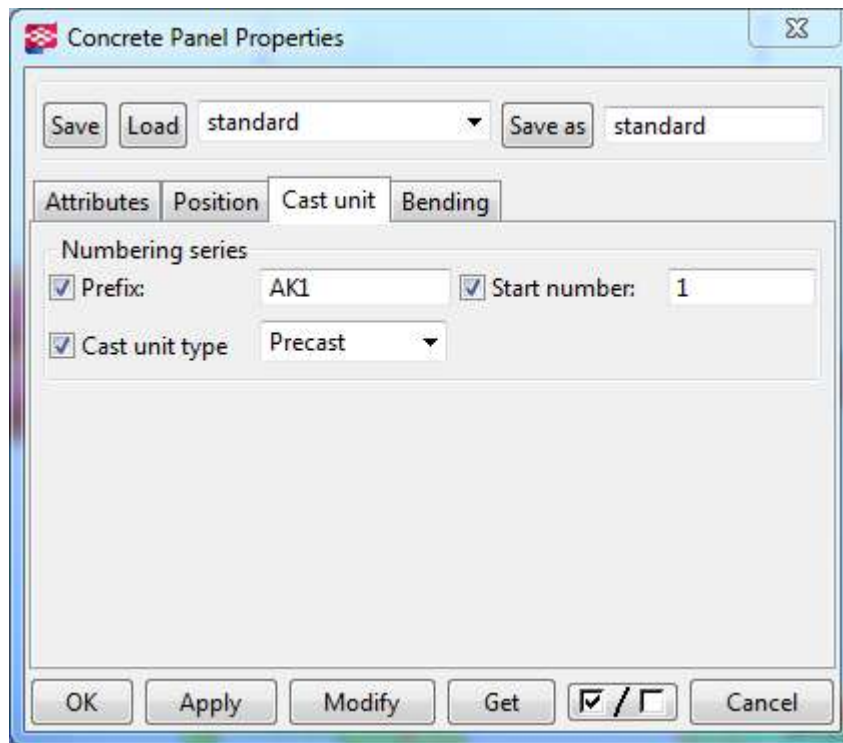
### 2.5.2 Objektihierarkia



Kuva 4. Rakenneosien hierarkia Tekla Structuresissa (Excel)

Elementtiä mallinnettaessa on tärkeää, että elementin osat ovat omilla tasoillaan ja kiinnitettynä elementtiin. Tällöin elementti voidaan tunnistaa yhdeksi kappaleeksi. Elementtien objektihierarkiassa on aina yksi kokoonpano eli assembly, jonka sisällä on pääosa eli main part, joka on yleensä isoin betoniosa, johon on kiinnitettävä sub-assembly -tasolla olevat valutarvikkeet ja raudoitteet. Mallinnettaessa tehtaalla valmistettavaa betonielementtiä, on tärkeää vaihtaa betoniosien valuyksikkö eli cast unit ”tehdastekoiseksi elementiksi” eli precast-tasolle. Raudoitteille ja betoniosille on annettava mallinnettaessa oikea luokka eli class-numero, jotta ne näkyvät piirustukses-

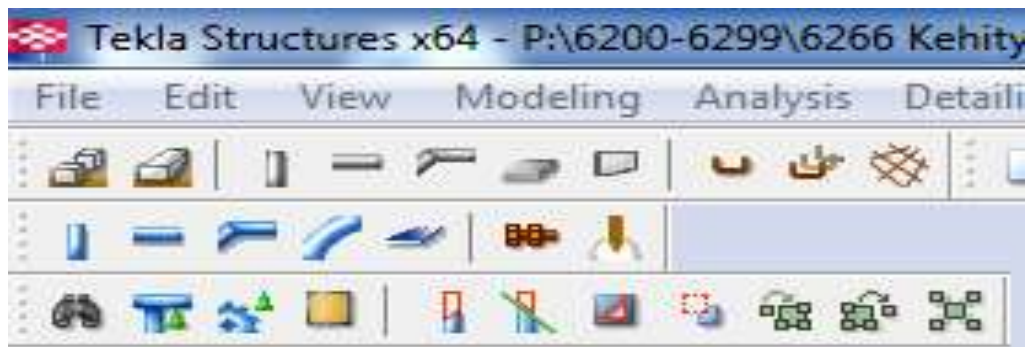
sa oikein ja tulevat näkyviin valutarvikeluetteloon. Myös elementtitunnuksen antaminen prefix-attribuutille on tärkeää, jotta tiedetään mistä elementistä on kyse. Elementtien valutarvike- ja raudoiteluetteloiden kannalta on tärkeää, että mallinnettaessa elementti ja raudoitteet numeroidaan oikealle tasolle. Tällöin eri raudoitteet tulevat esiin määräluettelossa oikeanlaisina rautoina ja objekti on yksiselitteinen. Myös elementin muut osat on laitettava oikealle tasolle objektihierarkiassa.



Kuva 5. Cast unit ja prefix (Tekla Structures)

Elementtejä mallintaessa Teklalla voidaan käyttää perusmallinnustyökaluja. Näistä Teklan omista työkaluista löytyy teräksen ja betonin mallintamiseen sopivat antura-, pilari-, palkki-, laatta- ja seinätyökalut. Raudoitteille Teklassa on olemassa perustyökalut, joilla pystyy lisäämään betoniseen kokoonpanoon cast unitiin verkot, umpihaat, tartuntaraudat, pieliraudat jne. Edellä mainituille kuitenkin usein löytyy nopeampi ja ”oikeampi” tapa tehdä ne custom componentteilla, joita löytyy component catalog -valikosta.

Elementtien mallinnusprosessiin käytettiin Teklan omia perusmallinnustyökaluja ja custom componentteja, joista osa oli yrityksen omia työkaluja ja osa yleisesti jaossa olevia.



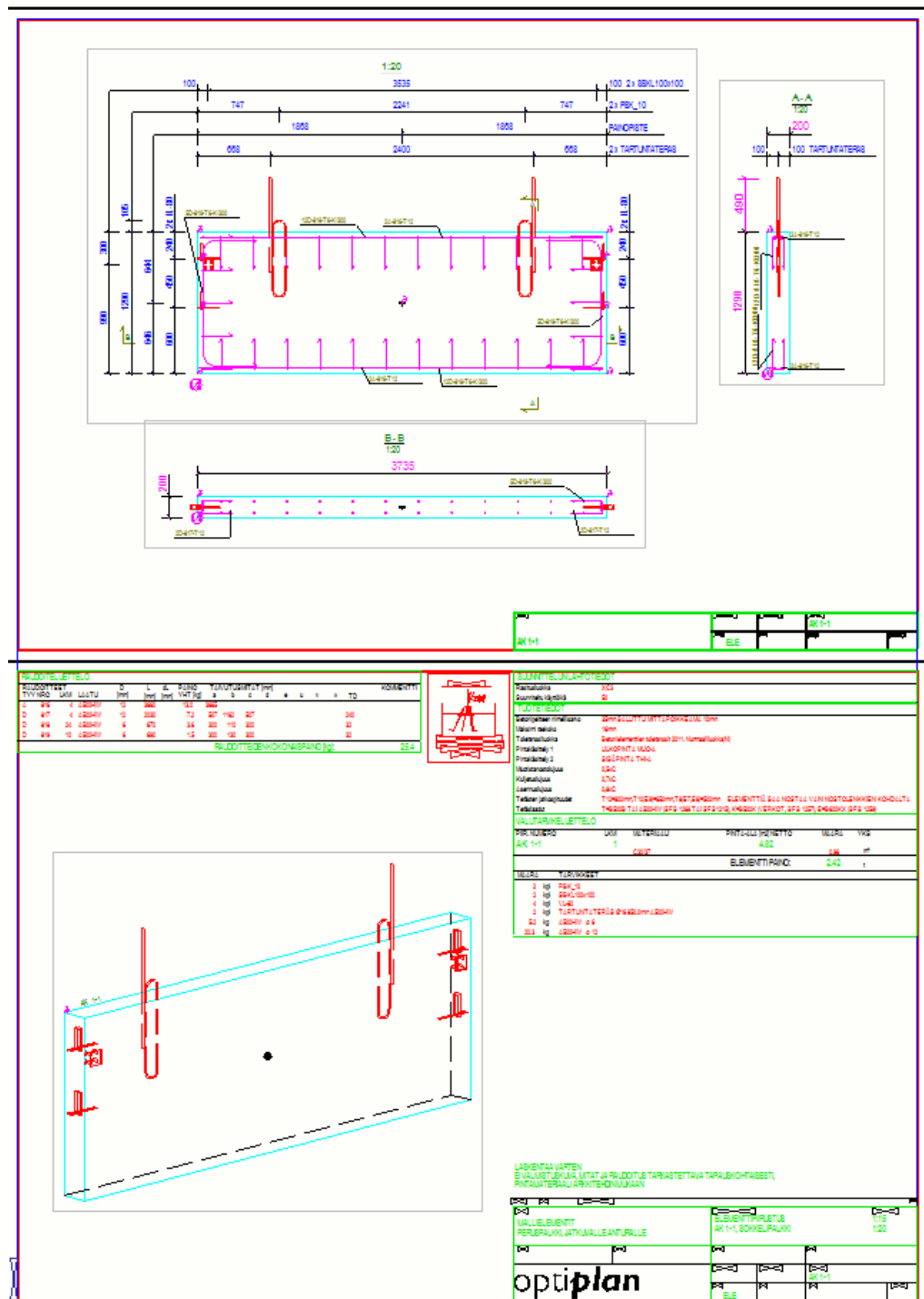
Kuva 6. Perusmallinnustyökalut ja component catalog (Tekla Structures)

Mallintamisprosessin laajuuden vuoksi tärkeimmät mallinnustyökalut ja elementtien mallintamistavat on esitetty liitteenä olevassa elementtien mallinnusohjeessa.

### 2.5.3 Kloonipohjat

Kloonipohjien tarkoituksena on nopeuttaa piirustusten tuottamista mallista. Kloonipohjiin on valmiiksi tehty asetukset ja näkymät tyypillisimmille elementtityypeille. Riippuen kloonauksen kohteesta valitaan halutunlainen kloonialusta, jolla kloonaus suoritetaan. Kloonauksen valmistuttua tulee piirustuspuolelta käydä vielä säätämässä automaattimitoitustyökalua, joka mitoittaa automaattisesti elementin dimensiot, valutarvikkeet, painopisteen ja raudat. Jotta kloonipohjat toimisivat oikein, tulee kaikki kokoonpanon osat kiinnittää kokoonpanoon oikeilla luokilla (class).

Kloonipohjien teko tehtiin vahvassa yhteistyössä Teemu Ahosen kanssa. Kloonipohjat ovat tällä hetkellä käytössä Optiplan Oy:n sisällä ja muutaman korjauksen jälkeen palaute on ollut positiivista.



Kuva 7. Kloonipohjana toimiva piirustusnäköymä (Tekla Structures)

## 2.6 Elementtien mallintamisprosessi

Itse elementtien mallintamisessa todettiin aluksi paljon hankaluuksia, jotka johtuivat osittain tekijän aivojen kaksikulotteisuudesta, suunnittelu- ja mallintamiskokemuksen

vähäisyydellä. Esimerkiksi joidenkin komponenttien käyttö onnistui vain oikeilla hierarkiavalinnoilla.

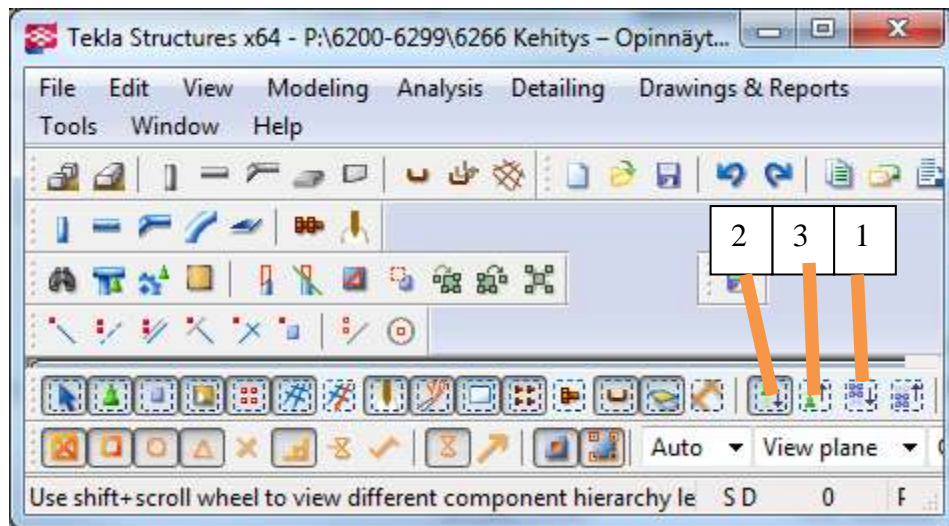
Työn edetessä ja oman osaamisen kehittyessä myös NCC:n tyyppielementeissä todettiin vanhentuneita tietoja, joita ei vielä ollut ehditty päivittää kirjastoon. Tästä esimerkkinä vaijerilenkkien jarrulätkän suunta, joka sojottaa alas tyyppielementti dwg:ssä, mutta sen todettiin olevan juurikin toisin päin eli lätkä ylöspäin. Puutteet lähtötiedoissa tiedostettiin ja osaan niistä puututtiin. Mutta nämä puutteet todettiin irrelevantteiksi, koska kloonipohjien ja elementtien mallinnusohjeisiin ne eivät vaikuttaneet lainkaan.

Tietojen puutteellisuus vaivasi myös dwg-pohjaisten tyyppielementtien sisältämiä dimensiotietoja ja tuotetiedot olivat mallintamista varten osittain puutteelliset. Tästä esimerkkinä ikkunakarmien sijoitus elementtiin ja elementtiin tehtävät patit /paksunnokset karmeja varten. Teklan ikkunatyökalulla (sand wich wall window) saadaan tehtyä erittäin millintarkkoja ikkunan karmien sijoittelua ja betonin muotoja. Dwg-muodossa mitat olivat pääpiirteisiä.

Komponentit tuli kiinnittää kokoonpanoon eli assemblyyn, osille oli annettava oma luokka eli class. Osat eivät myöskään aina asettuneet halutulla tavalla kokoonpanoon.

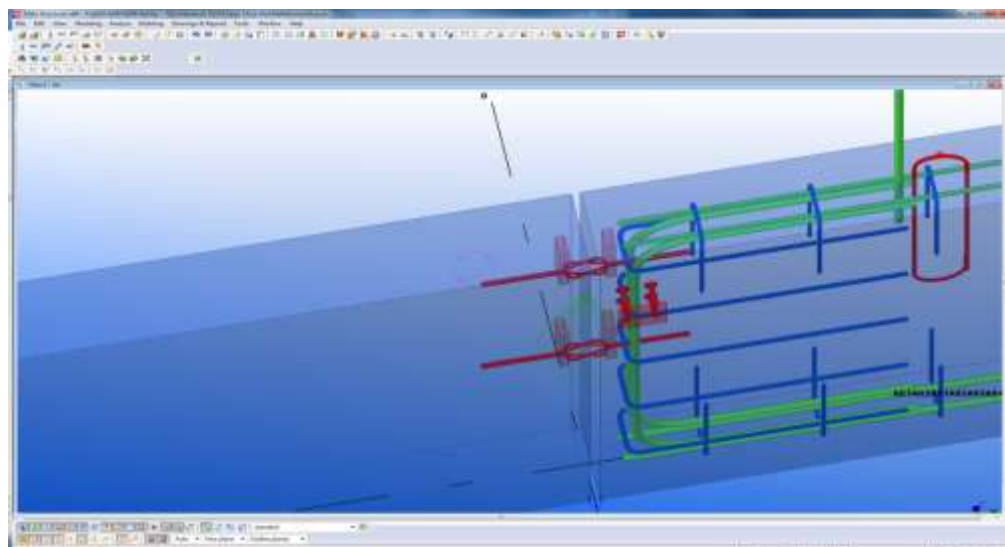
Hierarkiatasojen vaikutuksesta esimerkkinä on seinän raudoittaminen wallpanel reinforcement -työkalulla (kuva 8, taso 2), josta haluttiin säätää jälkikäteen jotain komponentin osia osa tasolla (kuva 8, taso 3) ei muutoksista tullut pysyviä, koska ylempi komponenttitaso muutti sen takaisin aiemmin määrättyyn muotoon. Tämä johti ajoittain komponenttien räjäyttämiseen ja raudoitteiden yksittäiseen muokkaamiseen.

Piirustuspuolella näkymiä luodessa huomattiin Teklan työkalun -set top in form face toimimattomuus osassa tapauksista. Esimerkiksi parvekelaattojen katsomissuunnan vaihtaminen yläpuolelta alas oli lähes mahdotonta. Osasyynä tähän saattaa olla mallinnusvaiheessa tehty päätös kasata laatta monesta eri betoniosasta, mikä vaikutti työkalun toimimattomuuteen.



Kuva 8. Hierarkiatasot (Tekla Structures)

Osa komponenteista ei toiminut täydellisesti, kuten vemojen automaattinen mitoitus työkalu, joka laskee sopivat paikat tönärivemoille. Vemot singahtivat joskus keskelle aukkoja, joista ei pystytä tukemaan elementtiä. Useat komponentit saattoivat vaikuttaa elementin dimensioihin, jolloin alun perin haluttu dimensio saattoi muuttua mallinnuksen edetessä. Osa komponenteista vaati toimiakseen ympäröiviä rakenteita, jotta komponentti toimisi oikein. Tästä esimerkkinä walltowall connection –komponentti (kuva 9.), jolla laitettiin vaijerilenkkejä paikalleen. Myös muiden component-työkalujen kanssa sai olla tarkkana, jotta raudoitteet ja valutarvikkeet asettuvat oikein elementin sisällä.



Kuva 9. Sokkelipalkki AK:n vaijerilenkkiliitos viereiseen sokkelipalkkiin (Tekla Structures)

## 2.7 Yhteenveto mallintamisesta

Tekla perustuu koodiin ja polkuihin, joista se hakee tietoa. Tätä koodia ei pysty huijaamaan eikä mallintamisessa ole oikotietä onneen. Piirustuspuolella elementtien tietojen muokkaaminen kannattaa jättää vähäiseksi. Siellä tehtävät muokkaukset tulee tehdä hierarkia tasojen ja niiden sisällään pitämien valintaikkunoiden kautta. Tällöin elementin muuttuessa muuttuvat myös sen sisällään pitämä piirustus, raudoiteluettelo ja valutarvikkeet.

Elementtien mallinnusprosessista jäi käteen huomattava määrä kokemusta ja detaljitietoa elementtien suunnittelusta, mistä on tulevaisuudessa hyötyä projekteja tehdessä.

Tekla Structuresista suurin tuntemus tuli eri komponenttien käytöstä ja piirustusasetuksien käytöstä. Nämä kaksi asiaa olivat erittäin laajat kokonaisuudet, ja Tekla on vielä laajempi.

Tällä hetkellä Optiplanin käyttöön on otettu elementtien kloonipohjat, jotka ovat yleisesti elementtisuunnittelijoiden käytössä. Ainakin yhdelle kohteelle on tällä hetkellä tehty tyyppielementtejä kloonipohjien avulla. Mallinnusohjeet ja tyyppielementtitietomalli tulevat myös yrityksen käyttöön tulevaisuudessa.

Mallintamisesta olisi saanut luultavasti vielä enemmän irti, jos tyyppielementit olisi mallinnettu jonkin kohteen yhteydessä, mutta kiire ja uskalluksen puute olisivat luultavasti tulleet tässä vastaan. Jos tyyppielementit olisi tehty kohteelle, olisi niiden vaikutuksia hankintoihin ja laskentaan voinut tutkia tarkemmin. Myös kohteelle mallinnettujen tyyppielementtien tekonopeutta olisi voinut tällöin verrata tavalliseen dwg –muotoiseen suunnitteluun. Mallinnus vie enemmän aikaa, mutta seisooko lopussa kiitos siitä, jos mallinnetaan tarkasti ja saadaan tarkempi hankinta- ja urakallaskenta-aineistopaketti?



### 3 MALLINTAMISEN VAIKUTUS LASKENTAAN JA HANKINTOIHIIN

#### 3.1 Tietomallinnetun kohteen edut

Seuraavassa on esitetty tietomallinnetun kohteen edut:

- tarkat elementtikohtaiset tiedot: dimensiot, pinta-alat, aukot, paino, sekä raudoitusarvio, valutarvikkeiden menekki tyyppielementtien pohjalta

4	Project address																		
5	Elementti/ACN	Luokka	Kemppi	Pituus / m	Korkeus / m	Leveys / m	Brutto ala / m <sup>2</sup>	Netto ala / m <sup>2</sup>	Aukot yhteensä / m <sup>2</sup>	Rauditus	Rauditus Pääosan n	Betoniosse	Paino / t	Enste	Enste pak	Sisäkuore	Ulkoisuu	pakaisu / mm	
107	R146	T5	1 KRS	5.765	3.825	800	22.13	22.06	0.07	1	0 C25/30	13.368 ISOVER_OLE	220	160	70				
110	R145	T5	1 KRS	4.527	3.825	440	17.31	17.31	0	0	0 C25/30	9.516 ISOVER_OLE	220	150	70				
111	R145	T5	1 KRS	4.527	3.825	440	17.31	17.31	0	0	0 C25/30	9.516 ISOVER_OLE	220	150	70				
112	R140	T5	1 KRS	6.810	3.825	440	26.05	23.5	2.54	1	0 C25/30	12.885 ISOVER_OLE	220	150	70				
117	R144	T5	1 KRS	5.150	3.825	440	19.7	19.7	0	0	0 C25/30	10.708 ISOVER_OLE	220	150	70				
118	R139	T5	1 KRS	1.638	3.825	440	6.26	3.74	2.52	1	0 C25/30	2.141 ISOVER_OLE	220	150	70				
119	R145	T5	1 KRS	5.558	3.825	450	21.26	21.26	0	0	114.11 C25/30	12.403 PAROC_COS5c	220	160	70				
120	R144	T5	1 KRS	6.765	3.825	450	25.88	25.88	0	0	0 C25/30	14.963 ISOVER_OLE	220	160	70				
165	MP2	T5	1 KRS	3.502	4.225	430	14.8	14.8	0	1	0 C25/30	8.9	0	0	0				
166	MP3	T5	1 KRS	2.818	4.225	430	11.9	11.9	0	1	0 C25/30	6.801	0	0	0				
167	MP4	T5	1 KRS	2.600	4.225	430	10.99	10.99	0	0	233.24 C25/30	7.145	0	0	0				
170	RK11	T5	1 KRS	1.686	3.825	150	6.48	6.41	0.07	1	0 C25/30	2.508 PAROC_COS5	180	150	0				
189	RK3	T5	1 KRS	8.270	4.225	175	34.94	16.38	18.56	3	0 C25/30	6.236 PAROC_COS5	180	175	0				
190	RK51	T5	1 KRS	2.795	4.225	150	11.81	9.48	2.33	1	0 C25/30	3.689 PAROC_COS5	180	150	0				
195	RK8	T5	1 KRS	6.375	4.225	150	26.93	24.98	1.96	2	0 C25/30	9.727 PAROC_COS5	180	150	0				
196	RK44	T5	1 KRS	2.673	4.225	150	11.29	8.86	2.33	1	0 C25/30	3.486 PAROC_COS5	180	150	0				
197	RK2	T5	1 KRS	4.710	4.225	175	19.9	9.04	10.86	2	0 C25/30	3.443 PAROC_COS5	180	175	0				
198	RK4	T5	1 KRS	3.658	4.225	175	15.45	4.51	10.94	2	0 C25/30	1.723 PAROC_COS5	180	175	0				
199	RK1	T5	1 KRS	3.383	4.225	160	14.29	11.95	2.34	1	0 C25/30	4.927 PAROC_COS5	180	160	0				
226	RK43	T5	1 KRS	806	3.825	150	3.08	3	0.08	1	0 C25/30	1.175 PAROC_COS5	180	150	0				
227	RK42	T5	1 KRS	687	3.825	150	2.67	2.58	0.08	1	0 C25/30	1.015 PAROC_COS5	180	150	0				
228	RK45	T5	1 KRS	578	3.825	150	2.21	2.18	0.06	1	0 C25/30	0.837 PAROC_COS5	180	150	0				
256	SK180	T5	1 KRS	3.127	3.825	150	11.96	7.52	4.44	2	0 C25/30	2.927 PAROC_COS5	180	150	0				
257	SK24	T5	1 KRS	1.779	3.825	150	6.8	6.8	0	0	0 C25/30	2.863 PAROC_COS5	180	150	0				
258	SK47	T5	1 KRS	2.619	3.825	150	10.02	5.93	4.09	1	0 C25/30	2.313 PAROC_COS5	180	150	0				
259	SK22	T5	1 KRS	3.011	3.360	200	10.09	10.09	0	0	0 C38/57	5.006	0	200	0				
260	SK165	T5	1 KRS	3.020	3.360	200	10.12	10.12	0	0	98.24 C38/45	4.983	0	200	0				
261	SK23	T5	1 KRS	3.039	3.360	200	10.18	10.18	0	0	0 C38/57	5.053	0	200	0				
322	SK27	T5	1 KRS	1.800	3.825	150	6.88	6.88	0	0	0 C25/30	2.684 PAROC_COS5	180	150	0				
333																			
334																			
335	Total																		
336				1.254.080	908.265	91.571	3.784.13	3.028.58	755.55	234	1.421.31	1.528.02	50.261	44.436	7.730				

Kuva 10. Ote seinäelementtiluettelosta (Tekla Structures / BEC-Excel)

Jos kohde on oikein mallinnettu ja suunniteltu täysin ennen kuin mallista ajetaan ulos elementti- ja määräluettelot, olisi tarjousten hinnoittelu riskittömämpää ja varmempaa, koska mallissa olisi niin sanottu todellinen tilanne ja suuria yllätyksiä ei tulisi. Tilanne kuitenkin harvoin on näin esimerkiksi elementtienhankintakyselyitä tehdessä. Tämän vuoksi eivät tarjouksetkaan ole tarkkoja, ja tästä johtuen osassa kohteista tehdään joskus tappiollista tulosta.

### 3.2 Mallin lukuvalmiudet ja aiemmat kokemukset tietomalleista laskenta- ja hankintapalveluissa

Laskenta- ja hankintapalveluiden tietomallien lukuvalmiudesta ei osattu sanoa, onko valmiuksia vai ei. Tietomalleja oli käytetty muutamassa pilottikohteessa, jotka olivat epäonnistuneet. Osasyynä epäonnistumiseen oli kenties mallien huono taso ja laskenta- ja hankintapalveluiden heikko valmius lukea oikeita tietoja mallista. Myös ajanpuute ja ylimääräinen työnteko mallin kanssa tuottivat lisäkuluja. Nämä epäonnistuneet kohteet varmasti lisäsivät vastahakoisuutta mallien ja Teklasta saatavien määräluetteloiden käyttöön laskenta- ja hankintapuolella.

Vaikka mallintamisen taso on kehittynyt, ei tietomalleja käytetä hyväksi, koska vaikka tietomalli toimitettaisiin eteenpäin tarjousvaiheessa, ei sieltä luultavasti osataisi ottaa ulos haluttuja elementtiluetteloita tai määrätietoa. Määrä- ja elementtiluetteloista, kuitenkin todettiin olevan paljon hyötyä, jos ne saataisiin jo tarjousvaiheessa käyttöön, tällöin saattaisi jäädä enemmän aikaa tietojen oikeellisuuden tarkastamiseen. (3. 4. 5.)

### 3.3 Mallinnettujen elementtien hyödyt tarjousvaiheessa ja oleellinen tieto?

Jos elementit on ehditty suunnittelemaan ja mallintamaan, jo ennen tarjousvaihetta lähes valmiiksi, se auttaisi elementtitoimittajia antamaan tarkemman tarjouksen elementtien toimituksesta, jolloin urakoitsijan antama tarjous olisi tarkempi ja toteutusvaiheessa ei tulisi enää kalliita yllätyksiä. Asia kuitenkin harvoin on näin vaan tyyppielementit ovat suuntaa antavia ja niistä usein saattaa puuttua teräsosia ja erikoistapauksia, mitkä nosta hintaa elementtien määrästä riippuen paljonkin. Tämän vuoksi tarjouslaskennassa usein jätetään ilmaa annetulle hinnalle. Tämä voi joissain tapauksissa merkitä urakkatarjouksissa urakan menettämistä. (Saarinen, Kilpeläinen)

### 3.4 Tämän hetkinen mallin käyttö tarjouspyyntöjä lähetettäessä ja tulevaisuus

Tällä hetkellä tietomalleja ei käytetä hyväksi niin paljon kuin olisi mahdollista. Sen sijaan tarjousvaiheen määrien ja hintojen laskennat tehdään tällä hetkellä pitkälti käsin syöttämällä excel-pohjiin tietoja. Suunnittelijoiden tuottamien tyyppielementtipiirustusten ja julkisivuelementtikaavioiden, ja käsin tehtyjen excel –pohjaisten määrä- ja elementtiluetteloiden pohjalta pyydetään elementtien toimittajalta tarjous. Tällöin elementtitoimittaja antaa tarjouksen osittain kuviteltujen raudoitus-, valutarvike ja

betonimenekkien pohjalta. Tällöin tarjouksiin on jätettävä ilmaa väliin, ja siitäkin huolimatta urakoitsijalle tai tilaajalle tulee joskus lisälasku yllättävistä tarvikemenekeistä. Näistä lisälaskuista saattaa tulla riitaa, ja tällaisissa tapauksissa paperikuvat menevät vielä mallin edelle. Malli on vain suuntaa antava dokumentti ja paperikuvat ovat sitovat dokumentit. Jos malli toimitettaisiin elementtitoimittajalle, ja se olisi paikkaansa pitävä, siitä saisi ulos määräluettelot, mikä säästäisi aikaa tehtaan päässä, joka nopeuttaisi ja tarkentaisi elementtitoimittajan antamaa tarjousta. Toisaalta tällöin tarkasta mallintamisesta hyötyisi elementtiteollisuus ja ainakin ajallisesti kärsisivät suunnittelijat. (4. 5.)

### 3.5 Johtopäätökset haastatteluista hankinnoissa ja laskennassa

NCC:n laskenta- ja hankintapuolessa intoa on tietomallinnusta kohtaan, mutta kauan jatkunut siirtymävaihe tietomallien käyttöön jatkuu vieläkin. Tämä ja epäonnistuneet yritykset saada tietomallista ulos haluttavat tiedot luotettavasti ovat ajaneet innon ja kehitykseen panostamisen osittain vain puheen tasolle, koska kehityssaskelia tietomallien käytön suhteen on tullut vähän ja niiden toimivuus ei ole samaa tasoa, kuin pitkän aikaa käytössä olleet rutiinit ja toimintatavat.

Myös useat eri hankkeiden osapuolet tuottavat muutoksia, eikä jatkumoa, jossa toimintatavat yleistyisivät, pääse syntymään.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET OPINNÄYTETYÖSTÄ

Opinnäytetyö oli laaja kokonaisuus, jossa jouduttiin käsittelemään niin elementtisuunnittelua kuin mallintamista ja taloudellistakin puolta. Liika innokkuus ja aiheen rönkyileminen alkuvaiheessa oli kostautua loppua kohden. Tästä syystä opinnäytetyön suurin painoarvo on elementtien mallintamisessa ja kloonipohjien teossa. Hankinnoissa ja laskennassa tehtyjen haastattelujen tulokset eivät luoneet uskoa tietomallien yleistyvään käyttöön laskennassa ja hankinnoissa.

Kloonipohjissa oli aluksi hieman toimivuus ongelmia, mutta palautteeseen vastattiin ja tällä hetkellä ne ovat käytössä, ja palaute on ollut hyvää. Mallintamisohje tulee yrityksen sisäiseen käyttöön tulevaisuudessa.

Laskenta- ja hankintapuolella on kehitettävä tietomallien käytön uskallusta ja osaamista. Tällä hetkellä tietomalleista ei ole saatu niitä hyötyjä irti, joita varten tietomallinnusohjelmat on tehty. Myös kommunikaatiota NCC:n ja Optiplanin välillä on vahvistettava, koska elementtienhankinta- tai urakkalaskenta-aineistoon varten tehdään usein tällä hetkellä paljon turhaa tietoa. Jos osan turhasta aineistosta karsisi pois, ja keskittyisi eniten hintaan vaikuttaviin asioihin, olisivat arviot kenties tarkempia.

Koska Tekla Structures on niin laaja kokonaisuus, tietomallintamisosaaamiseen tulee jatkossa myös panostaa. Myös itse ohjelmiston ympäristö tarvitsee jatkuvaa kehitystä ja ylläpitoa. Opinnäytetyössäni tekemäni mallinnusohjeet ovat askel oikeaan suuntaan, mutta toimintamallien muuttaminen ja kohteiden tietomallipohjainen suorittaminen vaatii paljon osaavaa henkilökuntaa hankkeen jokaisessa vaiheessa.

Opinnäytetyön liitteisiin olen sisällyttänyt seuraavat dokumentit, joista ensimmäisessä kerrotaan tarkasti elementtien mallintamiseen käytetyistä työkaluista. Toinen liite sisältää kuvan tyyppielementtietomallista ja kolmannessa kerrotaan elementtien nimeämiskäytännöstä yrityksen sisällä.

Liite 1 Elementtien mallinnusohje

Liite 2 Tyyppielementti malli

Liite 3 Nimeämiskäytäntö Optiplan

## VIITELUETTELO

- [1] Optiplan Oy 2014.[Optiplan Oy, Tietoa Optiplanista viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
[http://www.optiplan.fi/tietoa\\_optiplanista/fi\\_FI/tietoa\\_optiplanista/](http://www.optiplan.fi/tietoa_optiplanista/fi_FI/tietoa_optiplanista/)
- [2] Elementtisuunnittelu.fi 2014. [Elementtisuunnittelu.fi, Mallintava suunnittelu viitattu 26.11.2014], Saatavissa:  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>
- [3] Ahonen, Teemu. Tietomallikoordinaattori. Optiplan Oy. Helsinki, Suomi Haastattelut 1.6.2014-30.3.2015 Helsinki
- [4] Saarinen, Heikki. Hankintainsinööri NCC Oy. Helsinki, Suomi Haastattelu 19.12.2014 Helsinki
- [5] Kilpeläinen, Tuomo. Laskentapäällikkö NCC Oy. Helsinki, Suomi Haastattelu 19.12.2014 Helsinki
- [6] Ril 2014. [Ril, Tietomallinnus, viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>,
- [7] Henttinen, Tomi YTV 2012. [YTV 2012 Osa 1: Yleinen osuus, viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf)
- [8] Optiplan Oy 2014.[Optiplan Oy, Tietomallintaminen, viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
[http://www.optiplan.fi/tekemisen\\_tapa/tietomallintaminen/fi\\_FI/tietomallintaminen/](http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/)
- [9] Henttinen, Tomi YTV 2012. [YTV 2012, Osa 8: Havainnollistaminen viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_8\\_havainnollistaminen.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_8_havainnollistaminen.pdf)
- [10] Kulusjärvi, Heikki YTV 2012. [YTV 2012, Osa 6: Laadunvarmistus, viitattu 26.11.2014] Saatavissa:

[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_6\\_laadunvarmistus.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf)

- [11] Kautto, Tero YTV 2012. [YTV 2012 Osa 5: Rakennesuunnittelu, viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_5\\_rak.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf)
- [12] Salmela, Pasi. BEC -luettelot tietomallista. Betoni-lehti. 1/2013. Suomen betonitieto Oy. S. 74-75. ISSN 1235-2136 (painettu). ISSN 2323-1262 (verkkojulkaisu).
- [13] Elementtisuunnittelu.fi 2014. [Elementtisuunnittelu.fi , BEC -projekti viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/uutiset/2013/11/25/bec-projektissa-tuotettu-runsaasti-uusia-tyokaluja>
- [14] Kautto, Tero BEC2012. [BEC2012, Elementtisuunnittelun mallinnusohje\_v104 viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
[http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje\\_v104.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v104.pdf)
- [15] Tekla Oy. [Tekla Oy, viitattu 26.11.2014] Saatavissa:  
<http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/lyhyesti>

### **Kuvalähteet:**

Suurin osa kuvista on itse tuotettuja. Muista lähteistä hankitut kuvat esitetty alla:

Kuva 2a <http://www.tekla.com/fi/q-projekti-oy-helsingin-salome>

Kuva 3 Hankintoja palvelevan suunnittelun yleiset vaatimukset  
([http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_5\\_rak.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf))

Taulukko 1. Tietomallinnettujen elementtien pakolliset perustiedot  
(<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>)

**Opinnäytetyön liitteitä ei julkaista salassapitosopimuksen vuoksi.**

